

ΕΚΤΑΚΤΟΣ ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 25ΗΣ ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ 1986

ΠΡΟΕΔΡΙΑ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ ΤΡΥΠΑΝΗ

Η ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΕΙΑ, ΜΙΑ ΠΥΛΗ ΠΡΟΣ ΚΑΤΑΝΟΗΣΙΝ  
ΤΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΤΗΣ ΖΩΗΣ.  
Η ΔΙΚΑΙΩΣΙΣ ΤΟΥ ΜΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΙΜΟΥ

ΟΜΙΛΙΑ ΤΟΥ ΑΚΑΔΗΜΑΓΓΕΟΥ Κ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΚΑΡΑΓΚΟΥΝΗ

*Σεβασμιώτατε, κύριε Πρόεδρε, κύριοι συνάδελφοι, κυρίες και κύριοι,*

*Είς την αποφινήν ομιλίαν θά προσπαθήσω νά δώσω μίαν συνοπτικήν εικόνα τῆς Συμβολῆς τῆς Φυσικοχημείας εἰς τήν ἔρευναν τῶν φαινομένων τῆς Ζωῆς, μέ τήν προοπτικήν νά τόχωμεν μιᾶς ἀπαντήσεως εἰς τὸ βασικὸν καὶ ἀγωνιώδες ἐρώτημα, ποῦ στηριζόμεθα καὶ ποῦ βαδίζομεν, ὅταν χρησιμοποιοῦμεν φυσικοχημικὰς μεθόδους, καθ' ὃν τρόπον αὐταὶ ἐφηρομόσθησαν μέχρι σήμερον. Δὲν θά ἀσχοληθῶμεν λεπτομερῶς μέ ἓνα ἕκαστον τῶν πολλῶν ἐπιτευγμάτων τῆς Φυσικῆς καὶ Χημείας ἐπὶ βιοχημικοῦ πεδίου ἀλλὰ μᾶλλον, ἀφοῦ ἀκολουθήσωμεν μίαν ἱστορικὴν διαδρομήν τῆς πορείας τῆς ἐρεῦνης ἀπὸ τῶν ἀρχαιοτάτων χρόνων μέχρι σήμερον, θά στραφῶμεν πρὸς τήν ἐξέτασιν ἀκραίων ἐρωτημάτων, μέ τὸ βλέμμα μας ἐστραμμένον πρὸς τὰς γενικωτέρας συνεπειὰς τοῦ σ υ ν ὀ λ ο υ τῶν ἀνακαλύψεων. Τοῦτο ἐνέχει, πλὴν τοῦ θεωρητικοῦ χαρακτήρος, καὶ πρακτικὴν σημασίαν, ἀφοῦ δι' αὐτῶν, ὀριστικῶς χαράσσονται τὰ ὄρια ἐντὸς τῶν ὁποίων εἶναι δεδομένον εἰς τὸν ἐρευνητὴν νά κινῆται καὶ νά ἐρευνᾷ. Ἡ μεγάλη του ἔννοια εἶναι πῶς νά περιγράψῃ τὴν πραγματικότητα.*

*Ἄς προχωρήσωμεν ἀμέσως πρὸς τὸ κέντρον τῶν ἐρωτημάτων μας. Τί εἶναι ἡ Ζωή; Δηλαδή ποῖα εἶναι τὰ χαρακτηριστικὰ γνωρίσματα τῆς ζωῆς ὕλης; Οἱ μὲν Φυσιολόγοι δίδουν μίαν μακροσκοπικήν, μορφολογικήν ἀπάντησιν, λέγοντες:*

ὁ ζῶν ὄργανισμὸς εἶναι ἓνα σύστημα τὸ ὁποῖον προσλαμβάνει ἕλην, ἐναλλάσσει αὐτήν, ἀξάνεται, πολλαπλασιάζεται διὰ γεννήσεως ὁμοίων εἰδῶν ὑψηλῆς ὀργανώσεως καὶ συνοδεύεται ἀπὸ τὴν βεβαιότητα ἑνὸς ἀσφαλοῦς θανάτου, ἐνῶ ὁ Φυσικοχημικὸς προχωρεῖ βαθύτερα εἰς ἀτομικὰς διαστάσεις, λέγων: ὁ ζῶν ὄργανισμὸς εἶναι ἓνα ὑλικὸν σύστημα τὸ ὁποῖον ἀπορροφᾷ ἀπὸ τὸ χάος τοῦ περιβάλλοντος ἐνέργειαν, παροχετεύει εἰς τὸ χάος ἐντροπίαν, δηλαδή ἀποθέτει εἰς αὐτὸ ἄταξίαν, καὶ μεταπίπτει οὕτω εἰς κατάστασιν ὀργανωμένης τάξεως. Οἱ ζῶντες ὄργανισμοὶ εἶναι νησίδες ὀργανώσεως τῆς ἕλης ἐν μέσῳ ἑνὸς ὠκεανοῦ, ἀπὸ τὸν ὁποῖον οἱ νησίδες ἀντλοῦν ἐνέργειαν καὶ εἰς τὸν ὁποῖον ἀποθέτουν ἐντροπίαν, ἀξάνοντες οὕτω τὴν χαώδη του κατάστασιν.

Συνεπῶς διαβλέπομεν, ὅτι τὸ Χάος εἶναι μία πρωταρχικὴ κατάσταση ἀναγκαία διὰ τὴν δημιουργίαν τῆς Ζωῆς. Ἐς λεχθῆ δὲ τοῦτο, διότι συνήθως ὁμιλεῖ κανεὶς μειωτικῶς περὶ τῆς χαώδους καταστάσεως. Τὸ Χάος, εἶναι τὸ γόνημον ἕδαφος ἀπὸ τὸ ὁποῖον βλαστάνει Ζωή.

Ὁ δοθεὶς ὀρισμὸς ἀποτελεῖ ἓνα ἀναγκαῖον μὲν, ἀλλὰ οὐχὶ ἐπαρκῆ ὄρον διὰ τὴν ἐμφάνισιν τῆς Ζωῆς. Διότι ὅπως μορφολογικῶς ὑπάρχουν βαθμιαῖα μεταβάσεις μεταξὺ νεκρᾶς καὶ ζώσης ἕλης, ἔτσι καὶ ἐπὶ μοριακοῦ ἐπιπέδου ὑπάρχουν περιπτώσεις συστημάτων ἐνθα πληροῦται μὲν ὁ ἐνεργειακὸς αὐτὸς ὄρος, ἀλλὰ δὲν δυνάμεθα νὰ χαρακτηρίσωμεν τὰ συστήματα αὐτὰ ὡς ζῶντας ὄργανισμοὺς. Μίαν τέτοιαν περίπτωσιν ἔχομεν π.χ. εἰς τὸν Laser. Ὁ Laser ἀντλεῖ ἐνέργειαν ἀκτινοβολίας ἀπὸ τὸ προσφερόμενον ἠλεκτρομαγνητικὸν πεδῖον τοῦ περιβάλλοντος καὶ μετατρέπει τὰς ἀτάκτους, πολυφασικὰς κυμάνσεις αὐτῆς εἰς μίαν καὶ μόνην κύμανσιν συνεχοῦς φάσεως καὶ συνεχοῦς ἀκτινοβολίας. Εἰς τὴν ὀργανωμένην αὐτὴν κατάστασιν ὀφείλει ὁ Laser τὰς ἐξαιρετικὰς του ἰδιότητας. Ἀλλὰ καὶ εἰς τὰς δομὰς ἐκ διασπορᾶς, κατὰ τὴν ροὴν ὑγρῶν, καὶ εἰς τοὺς στροβίλους τῶν ποταμῶν, περὶ τῶν ὁποίων ἀπὸ τοῦ βήματος τούτου εἶχον τὴν τιμὴν νὰ ὁμιλήσω πρὸ διετίας, σχηματίζονται αὐτομάτως μεγαλύτεραι περιοχαὶ τάξεως, χωρὶς νὰ δυνάμεθα νὰ καταχωρήσωμεν αὐτὰς μεταξὺ τῶν ζώντων ὄργανισμῶν. Πρέπει λοιπὸν νὰ διευκρινίσωμεν, ὅτι τὸ ἀναφερθὲν ἐνεργειακὸν κριτήριον εἶναι μὲν ἀπαραιτήτως ἀναγκαῖον, ἀλλὰ οὐχὶ ἐπαρκές, διὰ τὴν ἐμφάνισιν ζώντων ὄργανισμῶν. Κάτι ἄλλο μεσολαβεῖ εἰς τὸ μεταίχμιον μεταξὺ νεκρᾶς καὶ ζώσης ἕλης, τὸ ὁποῖον δὲν ἔχομεν ἀρκούντως συλλάβει. Ἡ ὀργανωμένη τάξις, διὰ ἐπαναλήψεως τοῦ στοιχειώδους αὐτοῦ μηχανισμοῦ, ἔφθασεν εἰς ὑψηλότατα ἐπίπεδα διαφοροποιήσεως, ὥστε αἱ βιοχημικαὶ ἀντιδράσεις καὶ λειτουργίαι νὰ εἶναι, ὡς πρὸς τὴν πολυπλοκότητά των, συγκρίσιμοι μὲ τὴν ἀπεραντοσύνην τοῦ Σύμπαντος.

Εἰς τὴν γεωλογικῶς ἀρχαϊκὴν ἀτμόσφαιραν τῆς Γῆς ὑπῆρχον  $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $H_2O$ ,  $NH_3$ , ἔλειπε δὲ τελείως ἢ σήμερον ὑπάρχουσα στοιβὰς ὄζοντος, ἣτις προστατεύει τὴν ἐπιφάνειαν τῆς Γῆς ἀπὸ ὑπερβολικὴν ἔντασιν τῶν κοσμικῶν ὑπεριωδῶν ἀκτίνων. Ἀπὸ αὐτὰς τὰς καθαρῶς ἀνοργάνους οὐσίας ἐσχηματίσθησαν πολυπλοκώτεροι ἐνώσεις, προφανῶς τῇ βοήθειᾳ ἠλεκτρικῶν ἐκκενώσεων κατὰ τὴν διάρκειαν καταιγίδων, ὅπως π.χ. ἀπλᾶ καὶ πολυμερῆ ἀμινοξέα, δηλαδὴ ὄργανικαί ἐνώσεις αἱ ὁποῖαι ἀπαρτίζουσι σήμερον τὸ ὑλικὸν ζῶντων ὀργανισμῶν. Τοῦτο σαφῶς ἀποδεικνύεται διὰ ἐργαστηριακῶν πειραμάτων. Ἀλλὰ δὲν ὑπῆρχε ἀκόμη Ζωὴ, διότι ὡς ἐλέχθη Ζωὴ εἶναι τάξις καὶ ὀργάνωσις. Ἀπὸ καθαρῶς ὑλικῆς ἀπόψεως, ὅλα ἦσαν ἔτοιμα πρὸς τοῦτο, ἀλλὰ θὰ ἔλεγε κανεὶς ὅτι ἔλειπε μόνον τὸ πνευματικὸν ἔνασμα. Πότε καὶ πῶς συνετελέσθη αὐτό, παραμένει ἄγνωστον, ἄγνωστον μὲν εἰς τοὺς ἀκραίφρηνις ὀρθολογιστάς, γνωστὸν ὁμῶς εἰς τοὺς πιστεύοντάς εἰς τὴν ὑπαρξίν μιᾶς θείας βουλήσεως.

Πῶς ἤρχισεν καὶ πῶς ἐξελίχθη ἡ φυσικοχημικὴ ἔρευνα τῆς ζωῆς ὕλης;

Καίτοι ἡ Βιοχημεία εἶναι ἓνας ἐκ τῶν νεωτέρων κλάδων τῶν Φυσικῶν Ἐπιστημῶν, ἐν τούτοις ἐφαρμογαὶ φυσικῶν καὶ χημικῶν σκέψεων εἰς τὴν ἐξέτασιν ζῶντων ὀργανισμῶν ἀνιχνεύονται μέχρι τῆς ἀρχαιότητος. Εἰς τὸ περὶ Φύσεως ποίημα τοῦ Ἐμπεδοκλέους (488-428 π.Χ.), φιλοσόφου καὶ ποιητοῦ τοῦ 5ου π.Χ. αἰῶνος, ὅστις, χάριν τοῦ θεωρητικοῦ βίου, δὲν ἀπεδέχθη τὸν τίτλον τοῦ βασιλέως εἰς τὸν Ἀκράγαντα τῆς Σικελίας, τινὲς διαβλέπουσι ἀναφορὰς εἰς τὰς σπανίας μεταλλάξας τοῦ εἶδους τῶν ὀργανισμῶν, πρᾶγμα τὸ ὁποῖον θὰ ἐσήμαινε τὴν πρώτην μείαν ἐπὶ τῆς ἐξελίξεως τῶν ὄντων. Τὰ θεμέλια διὰ μίαν συστηματικὴν ἐπιστημονικὴν ἔρευναν τῆς ζωῆς ὕλης ὁμῶς ἔθεσεν ἡ Σχολὴ τοῦ Ἰπποκράτους (460-377 π.Χ.), καθιερώσασα ὀρθολογικὰ κριτήρια, ἀντὶ τῶν δεισιδαιμόνων δοξασιῶν αἰτινες ἐπεκράτουσι τότε. Ἐπλησίασε δὲ αὐτῇ, πολὺ ὡς πρὸς τὰ θέματα ἀναπαραγωγῆς καὶ κληρονομικότητος, τοὺς συγχρόνους προβληματισμοὺς τῆς Βιολογίας.

Ὁ Ἀριστοτέλης πρῶτος ἐπεχείρησε νὰ δώσει τὸν ὀρισμὸν τῆς Ζωῆς, θέσας ὡς κύριον αὐτῆς γνώρισμα, ὅτι ἐμεῖς σήμερον ἐννοοῦμεν ὑπὸ τὸν ὄρον ἐναλλαγῆς τῆς ὕλης. Διὰ τὴν γένεσιν καὶ διατήρησιν τῶν λειτουργιῶν τῆς παρεδέχτο τὴν ἀναγκαίαν ἐπέμβασιν μιᾶς ἰδιαζούσης δυνάμεως, τῆς *Vis Vitalis*, τελείως ἄλλης φύσεως, συγκρινομένης μετὰ τὰς γνωστὰς δυνάμεις τῆς Φυσικῆς. Αὐτὴ ἐγένετο γενικῶς ἀποδεκτὴ καί, ὑπὸ τὴν ὀνομασίαν *Vitalismus*, ἐκυριόρρησεν ἐπὶ 2.000 ἔτη μέχρι τοῦ 1828, ἡμερομηνίαν περὶ τῆς ὁποίας θὰ ὀμιλήσωμεν μετ' ὀλίγον.

Ἡ ὀλιστικὴ ἀντίληψις τῆς ζωῆς ἤρχισε νὰ κατακτᾷ ὄλοον καὶ περισσότερον ἔδαφος, παρὰ τὰς ἐντόνους ἀντιδράσεις τῶν ἐχόντων τὴν ἐξουσίαν. Ὁ Ἀναξαγόρας (500-428 π.Χ.) λόγον χάριν, ἐπλήρωσε μετὰ μακρὰν ἐξορίαν τὸν ἰσχυρισμὸν του,

ὅτι ὁ ἥλιος δὲν εἶναι θεότης, ἀλλὰ μία διάπυρος, πετρώδης μᾶζα, ὀλίγον τι μεγαλύτερα τῆς Πελοποννήσου.

Διαρκοῦντος τοῦ Μεσαίου αἰῶνος τίποτε τὸ ἀξιόλογον δὲν συνετελέσθη ἐπὶ τοῦ πεδίου αὐτοῦ, ἐὰν ἐξαιρέση κανεὶς σειρὰν δημοσιευμάτων καὶ βιβλίων ἀφορώντων βότανα ἢ καὶ προϊόντα αὐτῶν, μὲ μᾶλλον περιγραφικὸν χαρακτῆρα. Εἰς τοὺς χρόνους τῆς Ἀναγεννήσεως ὁ μ ω ς ἐπέρχεται ριζικὴ μεταβολή, ὀφειλομένη εἰς τὸν ἐνθουσιασμόν, τὸν ὁποῖον ἐπροκάλεσεν ἡ ἐπαφὴ τῶν λογίων τῆς Δύσεως μὲ τοὺς ἀρχαίους Ἕλληνας, τῶν ὁποίων τὰ συγγράμματα ἔ μ α θ α ν ν ἄ δ ι α β ἄ ζ ο υ ν ε ἰ ς τ ὸ π ρ ω τ ὸ τ υ π ο ν. Ὡς πολλαχόθεν διαπιστοῦται, οἱ λόγοι ἦσαν καταγοητευμένοι ἀπὸ τὴν πνευματικὴν διαύγειαν, ἀκρίβειαν καὶ σαφήνειαν τῶν φιλοσοφικῶν τοποθετήσεων τῶν ἀρχαίων συγγραφέων.

Περὶ τὸ ἔτος 1600 Ὁλλανδοὶ ἀκονιστὰὶ ἀνακαλύπτουν ἐκ νέου τὴν μεγενθυτικὴν δύναμιν τῶν φακῶν καὶ τὸ 1609 ὁ Galilei (1564-1642) συναρμολογεῖ τὸ πρῶτον μικροσκόπιον. Ἡ ὀνομασία «Μικροσκόπιον» κατόπιν εὐρύτατα χρησιμοποιεῖται ἀπὸ τὰ μέλη τῆς ἰταλικῆς Ἀκαδημίας τῆς Ρώμης *Academia dei Lincei*.

Ὁ J. Ingenhousz (1730-1799) κατὰ τὸ ἔτος 1779 παρατηρεῖ, ὅτι τὰ φυτότα ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν ἠλιακῶν ἀκτίνων ἐκλύουσι ὀξυγόνον, εἰς δὲ τὸ σκοτός διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος.

Τὸ ἔτος 1828 ὑπῆρξε ἔτος μεγάλης βαρύτητος διὰ τὴν φυσικοχημικὴν ἔρευναν τῆς ζώσης ὕλης. Ὁ χημικὸς Woebler συνέθεσεν ἕνα ἀπόβλητον τῶν ζώντων ὀργανισμῶν, τὴν οὐρίαν, δι' ἀπλῆς θερμάνσεως ἐνὸς ἀνοργάνου ἄλατος, τοῦ κυανικοῦ ἁμμωνίου. Μὲ τὴν σύνθεσιν αὐτὴν ἐπῆλθε γεφύρωσις τοῦ χάσματος μεταξὺ νεκρῶς καὶ ζώσης ὕλης, τὸ ὁποῖον εἶχε δημιουργήσει ἐπὶ δύο χιλιετηρίδας ἡ θεωρία τῆς *Vis Vitalis*. Διότι δι' ἀπλῆς θερμάνσεως ἐπιτυγχάνεται ἡ μετατροπὴ ἐνὸς ἄλατος, ἀνήκοντος εἰς τὴν νεκρὰν ὕλην, εἰς τὸ ἰσομερές του, τὴν οὐρίαν, σταθερὸν προϊὸν τοῦ ζωϊκοῦ βασιλείου. Πρόκειται, εἰς τὴν σύνθεσιν αὐτὴν, περὶ μιᾶς ἀπλῆς ἀ ν α κ α τ α τ ἄ ξ ε ω ς τῶν ἀτόμων ἐντὸς τοῦ α ὕ τ ο ὕ μορίου.

Εἰς τὸ ἐν τῷ μεταξὺ μέχρι σήμερον διαρρεῦσαν χρονικὸν διάστημα τῶν 150 ἐτῶν, ἔχουν συντεθῆ ἄνω τῶν 3,5 ἑκατομμυρίων ὀργανικῶν ἐνώσεων ἀπὸ ἀνοργάνους πρώτας ὕλας, πρᾶγμα τὸ ὁποῖον ἀναλογεῖ εἰς 55 ἐνώσεις ἀνὰ εἰκοσιτετράωρον. Μέγα δὲ μέρος αὐτῶν εἶναι ἐνώσεις, αἵτινες δὲν ἀπαντῶνται κἄν εἰς τὴν Φύσιν.

Ἐὰν ὁ μ ω ς συγκρίνωμεν τὰς μεθόδους τὰς ὁποίας ὁ Χημικὸς ἐφαρμόζει εἰς τὰς συνθέσεις του, διὰ νὰ ὑπερικήσῃ τὴν ἀδράνειαν τῆς ὕλης, μὲ τὸν τρόπον μὲ τὸν ὁποῖον ἡ Φύσις συνθέτει εἰς θερμοκρασίας δωματίου, τελείως ἀθορόβως καὶ μὲ ὑψηλὴν ἀπόδοσιν, μὲ νερὸ ὡς τὸν μόνον διαλύτην τὰς πολυπλοκωτέρας ἐνώσεις, θὰ ὁμολογήσωμεν, ὅτι τὰ ὑπὸ τῶν Χημικῶν χρησιμοποιούμενα μέσα εἶναι ὑπερβο-

λικῶς δραστικά καὶ ἀνεδαφικά, ὡς πρὸς τὸν ἐπιδιωκόμενον σκοπὸν: ὑψηλαὶ θερμοκρασίαι, ὀξέα, βάσεις, ἰσχυρὰ ἀντιδραστήρια, ἐξωτικά διαλυτικά μέσα. Ἐπιτυγχάνει δὲ αὐτὰς τὰς συνθέσεις ἡ Φύσις μετὰ τὴν βοήθειαν τῶν ἐνζύμων, τῶν βιοκαταλυτῶν, τοὺς ὁποίους αὐτὴ πάλιν συνθέτει. Μέχρι σήμερον ἔχουν γνωσθῆ ἄνω τῶν 2.000 ἐνζύμων. Κατὰ τὰς τελευταίας δεκαετίας ἐκδηλοῦται μία τάσις πρὸς ἀπομίμησιν τῶν μεθόδων τῆς Φύσεως διὰ τῆς ἐφαρμογῆς, πλὴν τῶν ἐνζύμων, καὶ μικροβιακῶν μεθόδων. Κατὰ τοῦτο ἡ ὀργανικὴ Χημεία εἶναι σήμερον νεωτέρα ἀπ' ὅ,τι ἦτο πρὸ ἑκατὸ ἐτῶν.

Τὸ 1897 ὁ Χημικὸς E. Buchner (1860-1917) διαπιστώνει, ὅτι ἡ ἀλκοολικὴ ζύμωσις, ἣτις συνίσταται εἰς τὴν μετατροπὴν τῆς ζαχάρους εἰς ἀλκοόλην καὶ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος, γνωστὴ ἀπὸ ἀρχαιοτάτων χρόνων, δὲν ἔχει τὴν ἀνάγκην τῆς παρουσίας ζώντων κυττάρων τῆς ζύμης, ἀλλὰ δύναται ἐξ ἴσου καλὰ νὰ τελεσθῆ δι' ἑνὸς καταλύτου, ὑπάρχοντος εἰς τὴν ζύμην, ἐν ἀπουσίᾳ οἰοῦνδήποτε ζώντος μικροοργανισμοῦ. Διὰ τὴν ἐργασίαν αὐτὴν ἀπενεμήθη εἰς τὸν Buchner τὸ βραβεῖον NOBEL (1907).

Οἱ συγγραφεῖς τῶν ἐργασιῶν τὰς ὁποίας θὰ ἀναφέρω εἶναι ὄλοι ἀνεξαιρέτως κάτοχοι τοῦ βραβεῖου NOBEL. Συνεπῶς δὲν θὰ ἐπαναλαμβάνω ἐκάστοτε τὸ γεγονός τῆς ἀπονομῆς τοῦ βραβεῖου.

Τὸ 1900 ὁ H. de Vries ἔδειξεν, ὅτι εἶναι πειραματικῶς δυνατόν νὰ δημιουργήσωμεν νέα εἶδη φυτῶν ἐκμεταλλεῦόμενοι τὸ φαινόμενον τῶν μεταλλαγῶν, δηλ. τὴν πρόκλησιν μιᾶς ἀποτόμου ἀλλαγῆς τοῦ εἶδους τοῦ φυτοῦ, διὰ καταλλήλου προσβολῆς τῶν γονιδίων διὰ φυσικοχημικῶν ἐπεμβάσεων, αἰτινες προκαλοῦν, πιθανῶς, μίαν ἀρχικὴν διάτρησιν τοῦ στατιστικοῦ παραπετάσματος. Ἀνέπτυξε δέ, εἰς δίτομον σύγγραμμα, τὴν θεωρίαν τῶν μεταλλαγῶν, αἰτινες ἀποτελοῦν ἕνα τῶν κυριωτέρων ἐλατηρίων διὰ τὴν ἐξέλιξιν τῶν ὄντων. Τὸ 1901 ὁ I. H. van Hoff, εἰς τῶν πατέρων τῆς Φυσικοχημείας, δημοσιεύει τὰς θεωρητικὰς του ἐργασίας ἐπὶ τῆς ὁσμωτικῆς πιέσεως καὶ τῆς κινητικῆς τῶν χημικῶν ἀντιδράσεων. Αὐταὶ παρέχουν τὰς ἀπαραιτήτους βασικὰς γνώσεις διὰ τὴν κατανόησιν τῶν ἐνδοκυτταρικῶν λειτουργικῶν.

Ὁ Willstaeter (1872-1942) τὸ 1913 καθορίζει, διὰ τῶν κλασσικῶν μεθόδων τῆς ὀργανικῆς Χημείας, τὸν συντακτικὸν τύπον τῆς χλωροφύλλης. Οἱ B. C/P. Jansen (1884-1962) καὶ W. F. Donath (1889) ἀνακαλύπτουν τὸν τρόπον ἀπομόνωσεως τῆς πρώτης βιταμίνης, τῆς θειαμίνης, τῆς ὁποίας ἡ ἔλλειψις προκαλεῖ τὴν ἀσθένειαν Μπέρρι-Μπέρρι. Τὸ 1927 ὁ H. J. Mueller (1890-1967) ἀνακοινώνει τὰ ἀποτελέσματα τῶν πειραμάτων του ἐπὶ τῆς δράσεως φυσικοχημικῶν ἀντιδραστηρίων εἰς τὰς μεταλλαγὰς, ἰδιαιτέρως δὲ τὰς διὰ τῶν ἀκτίνων Roentgen. Διὰ τὴν θεμελιώδη αὐτὴν ἐργασίαν ὁ Mueller ἐτιμήθη μετὰ τὸ βραβεῖον NOBEL, μὲν

μετά πάροδον μιᾶς εικοσαετίας, ἐνδεικτικὸν διὰ τὸν ἐπαναστατικὸν χαρακτήρα τῆς ἀνακαλύψεως.

Τὸ ἔτος 1943 ἐδώρησεν εἰς τὴν ἔρευναν μίαν ἀνακάλυψιν μεγάλης σπουδαιότητος. Ὁ G. de Hevesy (1885-1966) χρησιμοποιεῖ ἰσότοπα ὡς ἀνιχνευτὰς διὰ τὴν παρακολούθησιν τῶν μηχανισμῶν τῶν χημικῶν ἀντιδράσεων. Ὅταν δὲ τὰ ἰσότοπα ἔχουν καὶ τεχνητὴν ἀκτινεργεῖαν, ἡ παρακολούθησις τῶν διὰ τῆς ραδιενεργείας συντελεῖται πολὺ εὐκολώτερον. Ἡ μέθοδος ἀπεδείχθη χρησιμωτάτη εἰς τὴν Διαγνωστικὴν καὶ κατ' ἀκολουθίαν εἰς τὴν Θεραπευτικὴν.

Κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς προπολεμικῆς καὶ μεταπολεμικῆς δεκαετίας ἐγένετο σειρὰ ἐφευρέσεων διὰ τῶν ὁποίων ἐπραγματοποιήθησαν νέαι πειραματικαὶ μέθοδοι, αἵτινες τὰ μέγιστα συνετέλεσαν εἰς τὴν προώθησιν τῆς φυσικοχημικῆς ἐρεῦνης. Χάρις εἰς τὸν αὐτοματισμὸν τῶν συναρμολογηθέντων ὀργάνων ὁ ἀριθμὸς τῶν πρωτοτύπων πειραματικῶν ἐργασιῶν καὶ δημοσιεύσεων ἐπολλαπλασιάσθη. Οἱ Knoll καὶ Ruska κατασκευάζουν τὸ 1930 τὸ πρῶτον ἠλεκτρονιακὸν μικροσκοπίον διὰ τοῦ ὁποίου ἠδξήθη ἡ μεγενθυτικὴ ἰκανότης τῶν μικροσκοπίων κατὰ 100 ἕως 1000 φορές. Τὸ ἠλεκτρονιακὸν μικροσκοπίον δύναται ἐπὶ πλέον νὰ θεωρηθῇ ὡς μία συνεχῆς πειραματικὴ ἀπόδειξις τοῦ δυαδισμοῦ σωματίων-κῦμα. Ἀκολουθοῦν αἱ ἐφευρέσεις: ἡ χρωματογραφία, ἡ ἀεροχρωματογραφία, ἡ φασματοσκοπία μὲ ὑπεριώδεις καὶ ὑπερερυθροὺς ἀκτῖνας, ἡ φασματοσκοπία μαζῶν, τὸ φαινόμενον RAMAN καὶ ἡ περίφημος NMR —μέθοδος δηλ. ἡ φασματοσκοπία διὰ πυρηνικοῦ μαγνητικοῦ συντονισμοῦ, αἱ ἠλεκτροφορήσεις.

Κατὰ τὴν ἀκολουθήσαν τριακονταετίαν, λόγῳ τῆς ἐπαναστατικῆς μεταρρυθμίσεως τῶν ἐργαστηρίων, αἱ νέαι πειραματικαὶ μέθοδοι ἀποτελεσματικῶς συνέβαλον εἰς τὴν ἐπίλυσιν πολλῶν προβλημάτων τῆς ζωῆς ἕλης, τοσοῦτον μᾶλλον καθ' ὅσον μὲ τὰς νέας μεθόδους ἀναλύσεως, μόνον ἐλάχισται ποσότητες τοῦ ὀλικοῦ ἀπαιτοῦνται. Καὶ εἰς τὴν χώραν μας σήμερον ὄχι μόνον τὰ πανεπιστημιακὰ ἐργαστήρια ἀλλὰ καὶ τὰ ἐρευνητικὰ ἐργαστήρια πολλῶν βιομηχανιῶν εἶναι ἀρτιώτατα ἐξοπλισμένα, μὴ ὑστεροῦντα τῶν ἐργαστηρίων τῆς Δύσεως.

Τώρα αἱ ἀνακαλύψεις διαδέχονται ἀλλήλας μὲ ὀλοὴν ἐπιταχυνόμενον ρυθμὸν. Ἀκολουθεῖ μετὰ ὀλίγα μόνον ἔτη ἡ ἀνακάλυψις τοῦ P. H. Mueller, ὅτι ἡ ἔνωσις διχλωρο-διφενυλο-τριχλωροαιθάνιον, συντόμως ἀποκαλουμένη DDT, ἔχει λίαν δραστικὰς ἐντομοκτόνους ιδιότητες, τῆς ἐπενεργείας τελουμένης ἤδη καὶ μόνον ἐξ ἐπαφῆς. Ἡ διαπίστωσις αὐτὴ εἶχεν ὡς ἐπακόλουθον τὴν ἴδρυσιν ὀλοκλήρων βιομηχανιῶν συνθέσεως καὶ βιομηχανικῆς παρασκευῆς ἐντομοκτόνων.

Εἰς τὸ σημεῖον αὐτὸ θὰ ἤθελα νὰ ἀναφερθῶ εἰς τὴν ἐργασίαν τῆς Ἀγγλίδος Βιοχημικοῦ Rachel Carson, ἥτις κατὰ τὴν ἐποχὴν τῶν πρώτων πολλῶν συνθέσεων

ὀργανικῶν ἐνώσεων μὲ ἐντομοκτόνους ιδιότητας, εἰργάζετο εἰς τὰ ἐργαστήρια τοῦ Ὑπουργείου Γεωργίας τῆς Ἀγγλίας. Τὸ Ὑπουργεῖον συμμετείχε εἰς τὸν γενικὸν ἐνθουσιασμόν ποὺ προκαλεῖ ἡ ταχεῖα θανάτωσις βλαβερῶν ἢ καὶ ἀπλῶς ἐνοχλητικῶν ἐντόμων καὶ καθώριζεν ἐντατικὴν χρῆσιν αὐτῶν εἰς ἐργασίας τῆς ὑπαίθρου. Αἱ παρατηρήσεις ὁμῶς τῆς Carson ἔδειχναν σαφῶς, ὅτι ἡ θανατηφόρος δρασὶς τῶν ἐντομοκτόνων δὲν περιορίζεται εἰς ἓνα μόνον βλαβερὸν εἶδος ἐντόμου, ἀλλὰ ὅτι αἱ ἐνώσεις αὐταὶ ἔχουν ἓνα, κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον, εὐρὸν φάσμα δράσεως καὶ ὅτι πρωτίστως ἀλλοιώνουν τὰς λεπτὰς σχέσεις μεταξὺ ἐντόμων καὶ φυτῶν καὶ διαταράσσουν ὅ,τι σήμερον ἀποκαλεῖται οἰκολογικὴ ἰσοροπία. Αἱ συστάσεις τῆς Carson δὲν εἰσηκούοντο, ἦτο ὑποχρεωμένη ἐκτελοῦσα ἐντολάς, νὰ κάνῃ, παρὰ τὰς πεποιθήσεις τῆς, μεγάλην χρῆσιν ἐντομοκτόνων. Μέχρις οὗτου ἦλθεν ὁ χρόνος νὰ ἀποχωρήσῃ τῆς ὑπηρεσίας τοῦ Ὑπουργείου. Τότε ὁμῶς, ἀφοῦ ἐξησφάλισε τὸ ἀπρόσβλητον τῆς συνταξιοδοτήσεώς τῆς, ἐδημοσίευσε τὸ 1961 τὸ σύνολον τῶν παρατηρήσεών τῆς, εἰς μονογραφίαν, ὑπὸ τὸν τίτλον «The silent Spring», «Ἡ βουβὴ ἀνοιξίς». Τὸ βιβλίον αὐτὸ τῆς Carson ἔτυχε μεγάλης προσοχῆς καὶ χάρις εἰς αὐτὸ ἔκτοτε πολλὰ ἔχουν ἐπιτευχθῆ εἰς τὸ δύσκολον πρόβλημα τῆς οἰκολογικῆς ἰσοροπίας καὶ ἐν γένει τῆς προστασίας τοῦ περιβάλλοντος. Χαρακτηρίζει δὲ τὸ σύγχρονον κλίμα, ὅτι οἰκονομικὰ προβλήματα ἀρχίζουν νὰ ὑποχωροῦν ἔναντι οἰκολογικῶν προβλημάτων, ὅτι ζητήματα κοινωνικῆς δικαιοσύνης ὠχριοῦν ἔναντι τοῦ προβλήματος ἐπιβιώσεως ὀλοκλήρου τοῦ ἀνθρωπίνου γένους.

Ἐφθάσαμεν εἰς τὸ ἔτος 1953 ὁπότε οἱ J. D. Watson καὶ M. H. Crick ἐκ παραλλήλου μὲ τὸν Wilkins διαλευκαίνουν τὸν συντακτικὸν τύπον τοῦ ὀξεὸς Des-Oxyribonukleïn, τοῦ DNS ἢ DNA, μιᾶς πρωτεΐνης μεγάλης βιολογικῆς σημασίας, ἣτις συνίσταται ἀπὸ 4 ἀμινοξέα, ἐνωμένα εἰς ἓνα πολυπεπτιδίον, τὸν ὕδατάνθρακα Desoxyribose καὶ φωσφορικὸν ὀξύ. Τὰ μόρια τῆς ἐνώσεως αὐτῆς εἶναι οἱ φορεῖς τῶν γενετικῶν πληροφοριῶν καὶ οἱ καθοδηγηταὶ σχηματισμοῦ τῶν ἐκάστοτε ἀναγκαίων ὀργανικῶν καταλυτῶν, τῶν ἐνζύμων. Τὸ Des-Oxyribonukleïn —ὀξὸν ὡς πολυμερὲς εἶναι διατεταγμένον τοιουτοτρόπως, ὥστε νὰ σχηματίζονται διπλοῖ ἕλικες. Ἡ Φύσις μὲ μικρὸν ἀριθμὸν ἀμινοξέων, ἐν συνόλῳ κυρίως μὲ εἴκοσι ἀμινοξέα, δημιουργεῖ τὴν μεγάλην πολλαπλότητα τῶν πρωτεϊνῶν καὶ ἐν συνεχείᾳ τὴν ποικιλίαν τῶν βιολογικῶν ὀργανισμῶν. Ἡ σειρά τῶν ἀμινοξέων, εἰς τὴν ἄλυσον τῶν πεπτιδίων, εἶναι γενετικῶς καθωρισμένη καὶ δεσμευτικὴ διὰ τὰς ιδιότητας τῶν πρωτεϊνῶν. Δυνάμεθα δὲ νὰ παρομοιάσωμεν αὐτήν, ὡς πρὸς τὴν σημασίαν καὶ τὸ περιεχόμενον τῆς, μὲ πολυψηφίους ἀριθμούς, ὅπου ἡ ἀντικατάστασις ἑνὸς καὶ μόνον ψηφίου ἢ ἡ ἀλλαγὴ τῆς σειρᾶς τῶν ψηφίων μεταβάλλει τελείως τὸ μέγεθος τοῦ ἀριθμοῦ, π.χ. 1003 καὶ 3001. Ἐκτὸς τῶν ἀπειραρίθμων δυνατῶν ἰσο-

μερῶν τῶν πολυπεπτιδίων, αὐτὰ εἶναι εἰς θέσιν νὰ δημιουργήσουν μεταξύ των λεπτάς λειτουργικὰς διαφορὰς διὰ διαφοροτρόπον ἑλικοειδοῦς διατάξεως τῶν ἀλύσεων εἰς τὸν χῶρον.

Ὅταν διαβάζωμεν ἓνα κείμενον, ἀποδίδομεν ἰδιαιτέραν προσοχὴν εἰς τὰ κόμματα καὶ τὰς τελείας, χάριν τῆς σαφηνείας τῆς προτάσεως. Κατ' ἀνάλογον τρόπον, κατὰ τὸν πολλαπλασιασμὸν τῶν κυττάρων διὰ διχοτομήσεως, ἓνα ἀμινοξύ, εὐρισκόμενον εἰς τὸ μέσον τοῦ μορίου, πρέπει νὰ λάβῃ ἐντολὴν πρὸς ποίαν ὀμάδα ἀμινοξέων θὰ προσχωρήσῃ, πρὸς τὰ δεξιὰ ἢ πρὸς τὰ ἀριστερά, διὰ νὰ ἀποφευχθῇ ἀσάφεια παρομοία τῆς τοῦ χρησιμοῦ τῆς Πυθίας, προκαλουμένης ἀπὸ τὴν θέσιν τοῦ κόμματος. «Ἰξεις ἀφίξεις, οὐ, θνήξεις ἐν πολέμῳ».

Ὑπάρχουν πειστικαὶ ἐνδείξεις, ὅτι ἡ ἐξέλιξις τῶν ὀργανισμῶν ἐξακολουθεῖ καὶ σήμερον καὶ ὅτι, μεταξύ ἄλλων, τῇ βοθηρίᾳ τῶν μεταλλαγῶν ἐπιτυγχάνεται κατὰ τὸν πολλαπλασιασμὸν τῶν κυττάρων, αὐστηροτέρα, ἄνευ λαθῶν, ἀντιγραφῆ τῶν κωδικοποιημένων ἐντολῶν. Μὲ τὴν ἐργασίαν αὐτὴν τῶν Watson καὶ Crick, ἐτέθησαν αἱ βάσεις διὰ τὴν μοριακὴν βιολογίαν, τὴν θαυμαστὴν αὐτὴν συνεργασίαν μεταξὺ κλασσικῆς Βιολογίας καὶ Φυσικοχημείας, βῆμα παρόμοιον μὲ τὴν μετάβασιν ἀπὸ τῆς κλασσικῆς Φυσικῆς εἰς τὴν Κβαντικὴν Φυσικὴν.

Ἡ ἔρευνα στρέφεται τῶρα πρὸς τὴν σύνθεσιν τῶν ἐνζύμων, δηλ. τῶν ὀργανικῶν καταλυτῶν. Συναντῶμεν τὰ ὀνόματα τῶν ἰκανωτέρων Χημικῶν καὶ Βιοχημικῶν, ὡς λόγου χάριν: Payling, Perutz, Watson, Crick, Calvin, Khorana καὶ ἄλλων. Δὲν θὰ ἦτο δυνατὸν ἐδῶ νὰ ἀναγνωσθοῦν ἀκόμη καὶ μόνον οἱ τίτλοι τῶν πολλῶν τῶν ἐργασιῶν.

Ὁ ὀργασμὸς τῶν ἀνακαλύψεων, ὁ ἀφειδῆς δωρισμὸς ἀποτελεσμάτων, ἤρχισαν νὰ προκαλοῦν ἀρχικῶς, μὲν εἰς πρόσωπα εὐαισθήτου ἰδιοσυγκρασίας, ἀορίστους φόβους καὶ ἀνησυχίας. Διηρωτῶντο ποῦ ὀδηγεῖ αὐτὸς ὁ πυρετὸς τῶν δραστηριοτήτων, ἀφοῦ βαδίζομεν πρὸς τελείως ἀγνώστους χώρους; Αἱ ἀνησυχίαι αὐταὶ ἦσαν ἀρχικῶς μόνον ψυχικαὶ διαθέσεις, ἄνευ οὐδεμιᾶς συγκεκριμένης αἰτίας, παρόμοιαι μὲ τὰς γνησίας μελαγχολίας. Κατόπιν ὁμως ἐγενικεύθησαν, ὅταν κατέστησαν σαφέστερα τὰ αἷτια καὶ αἱ συνέπειαι τῆς γεωμετρικῆς ἀξήσεως τοῦ πληθυσμοῦ, μὲ τὴν ἀναγκαστικῶς ἐπακόλουθον ρύπανσιν τοῦ περιβάλλοντος, τὴν ἀποψίλωσιν τῶν δασῶν, τὴν βιομηχανοποίησιν τῶν πάντων, μὲ τὰς παρεμβάσεις εἰς τὴν οἰκολογικὴν ἰσορροπίαν τῆς Γῆς, τὴν γέννησιν καὶ κυριαρχίαν τοῦ ἀπροσώπου, μαζικοῦ ἀνθρώπου. Προσφάτως δὲ τὰ διαστημικὰ ἀτυχήματα καὶ αἱ διαρροαὶ ραδιενεργῶν οὐσιῶν ἀπὸ πυρηνικοῦ ἀντιδραστήρα κατέστησαν τὰς ἀνησυχίας αὐτὰς ἀκόμη ἐντονωτέρας.



Οἱ ἐρευνηταὶ ἤρχισαν νὰ δίδουν τότε μεγαλυτέραν προσοχὴν εἰς τὰ γραφόμενα ὑπὸ θεωρητικῶν, πρωτίστως μαθηματικῶν, σχετικῶς μὲ τὰς θεμελιώδεις προϋποθέσεις ἐπὶ τῶν ὁποίων στηρίζονται αἱ Φυσικαὶ Ἐπιστῆμαι. Διότι καὶ μὲν ἀπὸ πρακτικῆς, ὠφελιμιστικῆς πλευρᾶς βαίνομεν ἀπὸ ἐπιτυχίας εἰς ἐπιτυχίαν, ἀπὸ κατακτήσεως εἰς κατάκτησιν, τοῦτο ὁμῶς δὲν συνεπάγεται ὅτι ἀπεκτίσαμεν καὶ γνωσιολογικῶς μίαν μέθοδον καθολικῆς ἰσχύος. Ἄς εἴμεθα προετοιμασμένοι, ὅτι εἶναι δυνατόν νὰ ἐμφανισθοῦν περιπτώσεις, ὅπου αἱ μέθοδοι αὐταὶ θὰ ἀρνηθοῦν τὰς ὑπηρεσίας των.

Ὁ ἄνθρωπος πάντοτε ἐνοστάλησε μίαν ἀλεξίκακον θεότητα. Εἰς παρελθόντας αἰῶνας οἱ φυσιοδίφαι εἶχαν τὴν σταθερὰν πεποίθησιν, ὅτι αἱ ἐρευνητικαὶ τῶν ἐργασίαι ἐτέλουν ὑπὸ μίαν ἄνωθεν ἐπίβλεψιν καὶ προστασίαν. Ἐνα μικρὸν δίστιχον τοῦ Alexander Pope (1688-1744), παρουσιάζον τὸν ἄνθρωπον ὡς συνεργάτην θείων δυνάμεων, μαρτυρεῖ τὸ πνεῦμα τῆς ἐποχῆς ἐκείνης:

«Nature and nature's laws lay hid in night  
God said: 'Let Newton be' and all was light»

Ὅμως αἱ μεγάλα ἐπιτυχία τῆς Μηχανικῆς ὠδήγησαν εἰς μίαν ὀλιστικὴν ἀντίληψιν τοῦ κόσμου καὶ μετ' οὐ πολὺ, εἰς τοὺς κόκλους φιλοσοφούντων Φυσικῶν, ὁ Θεὸς ἀπέβη μόνον μία περιττὴ ὑπόθεσις, μία ἐφηβικὴ φαντασίωσις. Πᾶσα θεοφόρος ἀγγελία ἀντιμετωπίζετο μὲ ἐπιφυλακτικότητα καὶ δυσπιστίαν. Ἄλλὰ σήμερον ἐπιζῶμεν ἐπάνοδον τῶν ἐρευνητῶν εἰς τοὺς κόλπους τῆς ἐνορατικῆς ὀτήτοσ. Ἐπανερχονται δὲ αὐτοὶ ὄχι πτωχοί, ὅπως ὁ ἄσωτος υἱὸς εἰς τὸν οἶκον τοῦ θρήσκου πατρὸς του, ἀλλὰ κατάφορτοι μὲ δῶρα πρακτικῆς ὠφελιμότητος, ἀποτελέσματα τῆς ἐφευρετικότητός των καὶ τῶν μόχθων των εἰς τὴν ἄφοβον ἀναζήτησιν μιᾶς ἀπλῆς, ρεαλιστικῆς ἀληθείας. Οἱ παραμείναντες πιστοὶ ὑποδέχονται αὐτούς, ἀμφοτέραι δὲ αἱ παρατάξεις ἀσμένως ὑποβάλλονται σήμερον εἰς τὸ ἔργον ἐνὸς ἐνημερωτικοῦ διαλόγου.

Ἄς παρακολουθήσωμεν πῶς συνετελέσθη ἡ παλινύστῃς αὐτή.

Ἡ ἐξέλιξις τῶν φυσικῶν ἐπιστημῶν χαρακτηρίζεται γενικῶς ἀπὸ τὴν ἐπιβολὴν περιορισμῶν καὶ ὁρίων, ἅτινα κατὰ καιροὺς ἐτέθησαν εἰς τοὺς ἐρευνητάς. Οὔτοι ἐκλήθησαν νὰ παραιτηθοῦν ἀπὸ ὠρισμένα ὄνειρα καὶ προεκβολὰς τῶν ἀποτελεσμάτων των εἰς περιοχὰς καὶ χώρους οἱ ὁποῖοι δὲν εἶναι δεδομένοι εἰς τὸν ἄνθρωπον. Ἡ ἀνάπτυξις τῆς Θερμοδυναμικῆς κατὰ τὸν παρελθόντα αἰῶνα, ἔθεσε διὰ τῶν τριῶν τῆς ἀξιωματικῶν τέρμα εἰς τὰς ματαίας προσπαθείας κατασκευῆς τοῦ

άεικινήτου, καθώς και μιᾶς μηχανῆς, ἢ ὁποία θὰ ἠδύνατο νὰ ψύξη ἓνα σῶμα μέχρι τοῦ ἀπολύτου μηδενός.

Κατόπιν, εἰς τὰς ἀρχάς τοῦ παρόντος αἰῶνος, ἡ θεωρία τῶν κβάντων ἀνεκάλυψε, ὅτι δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ ἀναζητήσωμεν καὶ ἀνεύρωμεν ἓνα μέγεθος δράσεως μικρότερον τοῦ παγκοσμίου στοιχειώδους μεγέθους  $h$ , δηλ. τῆς σταθερᾶς τοῦ Planck. Ἡ ἀνακάλυψις αὐτή, μὲ τὴν περαιτέρω ἀνάπτυξιν τῆς κβαντικῆς Φυσικῆς διὰ τῆς ἀβεβαιοτήτος τοῦ Heisenberg, εἶχε, πλὴν τῶν πρακτικῶν τῆς ἀποτελεσμάτων, φιλοσοφικὰς συνεπείας. Διότι ἐσήμαινε τὸ τέλος τοῦ ντετερμινισμού, δηλ. τῆς ἀντιλήψεως, ὅτι αἱ καταστάσεις τῶν συστημάτων εἶναι ἀδυστηρῶς καθωρισμέναι καὶ προκύπτουν ἀναγκαίως ἐκ προηγηθειῶν καταστάσεων, ὅπως καὶ αἱ μελλοντικαὶ καταστάσεις εἶναι ἀπολύτως δεσμευμέναι νὰ ἐμφανισθοῦν, καθ' ὃν τρόπον ὑπαγορεύεται ὑπὸ τὰς παρούσας καταστάσεις. Ἡ ἀντικατάστασις τῆς δεσποτικῆς αὐτῆς ἀντιλήψεως διὰ τοῦ ἰντετερμινισμού ὑπῆρξεν ὄχι μόνον καρποφόρος, ἀλλὰ ἀπεδείχθη ὡς μέγα εὐεργέτημα ἀπὸ ἀνθρωπιστικῆς ἀπόψεως. Διότι ἐσήμαινε τὴν ἀπελευθέρωσίν μας ἀπὸ τὸν ἐγκλωβισμόν εἰς τὰ δεσμὰ μιᾶς ἀδυσωπῆτου ἀναγκαιότητος, ὅπου δὲν ὑπάρχει ἐλευθερία βουλήσεως.

Τὸ τελικὸν ἐπισφράγισμα τῆς κβαντώσεως τῶν φυσικῶν μεγεθῶν εἶναι ἡ κβάντωσις Χώρου καὶ Χρόνου, ἢ διὰ τῆς Πυρηνικῆς Φυσικῆς γενομένη διαπίστωσις, ὅτι δὲν μᾶς εἶναι ἐπιτρεπτὸν νὰ θεωροῦμεν διαστήματα μικρότερα ἐνὸς στοιχειώδους μεγέθους  $10^{-43}$  cm. καὶ χρόνους μικροτέρους τοῦ στοιχείου τοῦ χρόνου  $10^{-33}$  sec.

Οἱ διὰ τῶν νεωτέρων τώρα ἐργασιῶν τιθέμενοι νέοι περιορισμοί, προκύπτουν ἐκ μιᾶς ἐξονυχιστικῆς κριτικῆς καὶ ἐνὸς ἐλέγχου τῶν βάσεων ἐπὶ τῶν ὁποίων στηρίζονται αἱ μέθοδοι τῶν φυσικῶν ἐπιστημῶν. Τὸ λογικῶς σκέπτεσθαι εἶναι ἀπαραίτητον ὄπλον διὰ τὴν ἐρμηνείαν τῶν πειραματικῶν ἀποτελεσμάτων καὶ γίνεται συνεχῆς χρῆσις αὐτοῦ. Διαπιστοῦται ὁμως, ὅτι ὑπάρχον ὄρια εἰς τὰς ἀποφάνσεις διὰ λογικῶν συλλογισμῶν, ὥστε νὰ ὑφίστανται δυνατὰ καὶ μὴ δυνατὰ γνώσεις. Τοῦτο προέκυψε ὅταν εἰς ἓνα σύστημα λογικῆς ἐτέθη τὸ λεπτὸν ἐρώτημα, εἶσαι πάντοτε συνεπὴς πρὸς τὰς ἴδιας σου ἀρχάς, εἶσαι ἐλεύθερος ἐσωτερικῶν ἀντιφάσεων, δίδεις δι' ὅλας τὰς ἐρωτήσεις δεσμευτικὰς, μονοσημάντους ἀπαντήσεις; Καὶ ἐδείχθη, ὅτι τὸ σύστημα δὲν δύναται νὰ ἀποφανθῇ εἰς θετικὴν ἢ ἀρνητικὴν κατεύθυνσιν, ὅταν τὸ τεθὲν ἐρώτημα ἄπτεται τῶν ἰδιοτήτων τῶν ἀξιωμάτων ἐπὶ τῶν ὁποίων τὸ λογικὸν σύστημα στηρίζεται. Εἰς τὴν κατηγορίαν αὐτὴν ἀνήκει π.χ. ἡ δι' ἐγκεφαλικῆς διεργασίας αὐτοδιάγνωσις καὶ αὐτοκατανόησις τοῦ ἀνθρώπινου πνεύματος. Δὲν δύναται τὸ πνεῦμα νὰ συλλάβῃ ἑαυτὸ τελείως καὶ ἐξαντλητικῶς. Πολὺ πλησιάζει ἡ διαμορφουμένη κατάστασις τὴν λαϊκὴν παροιμίαν «ὁ βυθιζόμενος δὲν μπορεῖ νὰ σωθῇ

ἀνασύρων τὸν ἑαυτὸν τοῦ ἀπὸ τὰ μαλλιά του». Ἐκ τῆς ἀρχαιότητος δὲ εἶναι πασίγνωστος ὁ φαῦλος κύκλος εἰς τὸν ὁποῖον ἐνεπλόκη ὁ Κρητικὸς Ἐπιμενίδης (596 π.Χ.) μὲ τὸν ἰσχυρισμὸν του, ὅτι ὅλοι οἱ Κρηῖτες εἶναι ψεῦται. Καὶ ἐδῶ δὲν ὑπάρχει λύσις διὰ τῶν ἰδίων μέσων τῆς εφαρμοζομένης λογικῆς. Μία λύσις δύναιται νὰ ἐπέλθῃ μόνον ἔξωθεν, ἀπὸ ἑνα μὴ Κρητικόν.

Παράλληλοι διαγνώσεις ἐμφανίζονται καὶ εἰς ἄλλους πολιτιστικούς, κοινωνικούς τομεῖς. Ἦδη ὁ Hegel ἀναγράφει, ὅτι οὐδεμία πολιτιστικὴ ἐποχὴ εἶναι εἰς θέσει νὰ ἐννοήσῃ πλήρως ἑαυτὴν καὶ ὅτι τοῦτο δύναιται μόνον νὰ συμβῆ, κατὰ τὸν μᾶλλον ἢ ἥττον ἐπιτυχῆ τρόπον, ἀφοῦ παρῆλθῃ ἡ ἐποχὴ αὐτή. Αἰ φυσικαὶ ἐπιστήμαι, πολλαπλῶς ἐφαρμοσίμοι, δὲν εἶναι εἰς θέσει νὰ ἀποδείξουν τὴν ὀρθότητα, τὸ ἀλάνθαστον, τῶν βασικῶν προϋποθέσεων ἐπὶ τῶν ὁποίων αὐταὶ μεθοδολογικῶς στηρίζονται.

Ἡ διαπίστωσις, ὅτι διὰ ἕνα μεγάλον ἀριθμὸν ἐρωτημάτων δὲν εἶναι δυνατόν νὰ ἀποφανθῶμεν τελεσιδικῶς, ποία εἶναι ἡ λύσις των, μᾶς ἀναγκάζει νὰ προσχωρήσωμεν εἰς τὴν ἄποψιν, ὅτι ὑπάρχουν ἰσότιμοι καταστάσεις ἀντιθέτου σημασίας. Ἐξ αὐτοῦ προκύπτει τὸ βαρυσήμαντον συμπέρασμα, ὅτι ἀναποφεύκτως ὁ κόσμος παραμένει δι' ἡμᾶς πολυσήμαντος. Τοῦτο, εἰς κοινωνικὴν προεκβολήν, μᾶς ὑπαγορεύει τὴν ἀνεκτικότητα ξένων ἀντιλήψεων, πρᾶγμα τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖ τὴν προϋπόθεσιν διὰ τὴν ἀνάπτυξιν μιᾶς πολιτιστικῆς πολλαπλότητος δι' ἀλληλεπιδράσεως τῶν δομῶν διαφόρων πολιτισμῶν. Διὰ τῆς συγχωνεύσεως παλαιῶν καὶ νέων δομῶν γεννῶνται προσδοκίαι ἐμπλουτισμοῦ τῶν βιωμάτων μας. Ἄς μὴ λησμονῶμεν, ὅτι κατὰ τὸν σχηματισμὸν ἑνὸς συνθέτου συστήματος, τὸ σύνολον ἀποκτᾷ καὶ νέας ιδιότητες, ἀγνώστους εἰς τὰ μεμονωμένα συστατικὰ καὶ ὅτι διὰ τῆς συμβολῆς ὑλικῶν μερῶν δύνανται νὰ ἐμφανισθοῦν μὴ ὑλικά, πνευματικὰ δράσεις.

Ἡ κατάστασις ἑνὸς συστήματος, εἶναι τόσον ὀλιγώτερον ἀναπαράγωγος, ὅσον πολυπλοκώτερον εἶναι τὸ σύστημα καὶ ὅσον λεπτοτέρα ἡ ἐσωτερικὴ του ὀργάνωσις. Αὐτὸ ἰσχύει, ὄχι μόνον διὰ τοὺς βιολογικοὺς ὀργανισμούς, ἀλλὰ καὶ διὰ ἀνόργανα συγκροτήματα. Τὸ ἀνεπανάληπτον, τὸ ἐφάπαξ τῶν καταστάσεων, μᾶς παρακολουθεῖ παντοῦ. Ὅταν λοιπὸν πρὸς ἔλεγχον ἑνὸς πειράματος ἐπαναλαμβάνομεν τὸ πείραμα, δὲν μποροῦμε νὰ ἰσχυρισθῶμεν, ὅτι εἰς μοριακὰς διαστάσεις ἐτηρήσαμεν ἀκριβῶς τὰς αὐτὰς συνθήκας μὲ τὸ προηγηθὲν πείραμα. Βιοχημικὰ καὶ πυρηνικὰ ἀντιδράσεις πρέπει νὰ θεωροῦνται εἰς μοριακὰς διαστάσεις.

Παρόμοιοι συλλογισμοὶ ἰσχύουν καὶ διὰ τὸ παρελθόν, διὰ τὸν προσδιορισμὸν καὶ τὴν διαλεύκανσιν τῆς ἱστορικῆς ἀληθείας. Ἱστορικοί, δικασταί, ἀστυνομικοὶ γνωρίζουν καλῶς πόσον δύσκολος, ἂν ὄχι ἀδύνατος, εἶναι ἡ μετὰ πάσης ἀκριβείας

λεπτομερής περιγραφή ενός συμβάντος. Ἡ Ἱστορία, ἡ ὠραιότητα, αἰθερία ἐκείνη γυναικεία μορφή, ἣτις λεπτομερῶς καὶ ἀμερολήπτως μὲ ἀνεξίτηλον γραφήν καταγράφει πᾶν ὅ,τι συμβαίνει, διὰ τὴν παραδῶση αὐτὰ εἰς τοὺς μετέπειτα, δὲν ὑπάρχει.

Ἄλλὰ καὶ ἀπὸ ἄλλης, πρακτικῆς πλευρᾶς ἐνεφανίσθησαν περιοριστικὰ ὄρια διὰ τὴν ἀποδεικτικότητα τῶν μαθηματικῶν ὑπολογισμῶν. Ἦδη πρὸ τεσσαρακονταετίας ἀνεφύησαν ἀμφιβολίαι ὡς πρὸς τὸ ἀδιάβλητον τῶν βάσεων τῶν φυσικομαθηματικῶν μεθόδων. Καὶ κατὰ περιέργον τρόπον εἰς τὰ χρόνια ὅπου ἡ κβαντικὴ Φυσικὴ κατῆργει τὸν ντετερμινισμόν, ἀνεξαρτήτως αὐτῆς, ὁ μαθηματικὸς Kurt Goedel ἀποδεικνύει, ὅτι ὑπάρχει ἀπειρία μαθηματικῶν προβλημάτων διὰ τὰ ὁποῖα εἶναι ἀδύνατον νὰ ἀποφανθῶμεν πρὸς θετικὴν ἢ ἀρνητικὴν κατεύθυνσιν, διότι ὁ ἀριθμὸς τῶν μαθηματικῶν πράξεων, μέχρι τοῦ τελικοῦ ἀποτελέσματος, εἶναι ὑπερόγκως μεγάλος. Ἔτσι τὸ τεθὲν ἐρώτημα παραμένει δι' ἡμᾶς ἀναπάντητον, μετέωρον. Ἡ δημοσίευσίς τῆς ἐργασίας τοῦ Goedel ἐπροκάλεσε μεγάλην ἐντύπωσιν, ἀφοῦ αὐτὴ ἐσήμαινε μείωσιν τῆς νομιζομένης παντοδυναμίας τῶν Μαθηματικῶν.

Ὡς παράδειγμα, ἃς μᾶς χρησιμεύσῃ τὸ ἀτύχημα τοῦ διαστημοπολοῦ Challenger. Εἶναι δυνατόν ἐκ τῶν ὑστέρων, δηλαδὴ γενομένου τοῦ δυστυχήματος, νὰ ἀποκτήσωμεν λεπτομερῆ εἰκόνα τοῦ πῶς συνέβη τὸ ἀτύχημα, ἀλλὰ μὲ τὰς γνώσεις αὐτὰς καὶ τοὺς καθιερωμένους νόμους τῆς Φυσικῆς, δὲν δυνάμεθα νὰ ἐκφέρωμεν γνώμην, ὅτι κατ' αὐτὸν μόνον τὸν τρόπον ἔπρεπε νὰ γίνῃ τὸ ἀτύχημα, δηλαδὴ νὰ καθορίσωμεν τὴν πορείαν τοῦ παρελθόντος, ἀλλὰ καὶ κατὰ μείζονα λόγον δὲν δυνάμεθα νὰ προβλέψωμεν ἕνα μελλοντικὸν ἀτύχημα. Καὶ τοῦτο, διότι ἡ πολυπλοκότης τῆς συσκευῆς, ὁ μεγάλος ἀριθμὸς τῶν παραγόντων οἱ ὁποῖοι ἐπηρεάζουν τὸ ἀποτέλεσμα καὶ ὁ πολὺ μεγάλος ἀριθμὸς τῶν μαθηματικῶν πράξεων καθιστοῦν ἕνα προὑπολογισμόν, ἀκόμη καὶ μὲ ἰδανικὸς computer, τελείως ἀδύνατον,

Παρόμοιαι εἶναι αἱ τοποθετήσεις διὰ τοὺς πυρηνικοὺς ἀντιδραστήρας μὲ τὰς ἀναποφεύκτους διαρροὰς ραδιενεργῶν οὐσιῶν, ὅπως καὶ διὰ μίαν μελλο-ντικὴν ἐξέλιξιν τῶν ζώντων οργανισμῶν, ἣτις παραμένει δι' ἡμᾶς ἀκαθόριστος, λόγῳ τῶν ἔξωθεν ὑποκινουμένων μεταλλαγῶν. Συνεπῶς εἴμεθα ἀναγκασμένοι νὰ ἀρκεσθῶμεν εἰς τὸ τολμηρὸν παιχνίδι τῶν πιθανοτήτων.

Ἐσίγησε τελείως ἡ προμηθεϊκὴ ἔπαρσις! Ἐπέρασαν χιλιετηρίδες ἀφ' ὅτου ὁ Ἡρακλῆς ἀπελευθέρωσε τὸν δεσμώτην Προμηθεά. Αὐτὸς ὅμως σήμερα διερωτᾶται, ἐὰν ἔκαμε καλὴν χρῆσιν τῆς ἐλευθερίας του. Μήπως ἐδιάλεξε δρόμους ποῦ ὀδηγοῦν εἰς τὴν αὐτοκαταστροφὴν;

Ἔστω καὶ ἂν κατανοήσωμεν τὸν μηχανισμόν μιᾶς βαθμίδος τῆς ἐξελίξεως τῶν ὄντων, παραδεχόμενοι αὐτὸν ὡς ἕνα εἶδος ἐρμηνείας, ἐν τούτοις ἡ θεώρησις

τῆς τελικῆς βαθμίδος τῆς πορείας αὐτῆς, δηλ. τῆς βαθμίδος τοῦ ἀνθρώπου τοῦ ἀνταλλάσσοντος λεπτάς, διαφοροποιημένας σκέψεις μὲ τοὺς συνανθρώπους του, δὲν παύει νὰ μᾶς ἐμπνέη θαυμασμὸν καὶ δέος. *Ναί, μᾶς ἐμβάλλει εἰς ἀμηχανίαν, ἀναμετρῶντας τὸ ἐπιτελεσθὲν θ α ὕ μ α*, ὅτι ἀνόργανος νεκρὰ ὕλη, πέτρες καὶ νερό, συνεκροτήθησαν καὶ ὠργανώθησαν κατὰ τοιοῦτον τρόπον, ὥστε ἡ διαμορφωθείσα ζῶσα ὕλη νὰ δημιουργῇ ἀξίας αἱ ὁποῖαι συνεπάγουν τὴν κυριαρχίαν ἐπὶ τοῦ κόσμου.

*Αἱ ἐπιτυχίαι τῶν Φυσικῶν Ἐπιστημῶν εἰς τὴν ἔρευναν τῆς ζωῆς ὕλης ἔχουν τύχει γενικῆς ἀναγνωρίσεως. Ὑπάρχουν ὅμως ἐκδηλώσεις τῶν ὀργανισμῶν, αἱ ὁποῖαι δὲν δύνανται νὰ ἐρμηνευθῶσιν διὰ τῶν νόμων τῆς Φυσικοχημείας. Ἐξ ἀναλογισθῶμεν τί δὲν ἐπιτυγχάνουν αἱ φυσικαὶ ἐπιστῆμαι.*

*Ἐπειδὴ αἱ φυσικαὶ ἐπιστῆμαι βασίζονται ἐπὶ τῆς ἀντικειμενικότητος καὶ μόνον, ὑποκειμενικὰ βιώματα εἶναι ἐκτὸς τοῦ κύκλου ἐπεξεργασίας αὐτῶν, πρᾶγμα τὸ ὁποῖον οἱ Φυσικοχημικοὶ κατηγορηματικῶς δηλώνουν. Αὐτὰ ὅμως εἶναι ἐξ ἴσου βαρυσήμαντα διὰ μίαν ὀλοκληρωτικὴν κατανόησιν τῆς Ζωῆς. Καίτοι ἡ Φυσικοχημεία εἶναι ἐφαρμόσιμος, π.χ. καὶ εἰς τὰ ἐγκεφαλικά φαινόμενα, τὸ σ υ ν ε ἰ δ η τ ὸ ν β ί ω μ α δὲν δύνανται νὰ συλληφθῇ ἀντικειμενικῶς, καὶ νὰ ὑποβληθῇ εἰς μίαν φυσικομαθηματικὴν ἀνάλυσιν. Αἱ Φυσικαὶ Ἐπιστῆμαι δὲν δύνανται νὰ δώσουν μίαν ἀπάντησιν εἰς ἐρωτήματα ὅπως, εἰς τί ἀποσκοπεῖ ὁ βίος, διότι δὲν δύνανται νὰ μετατρέφουν τὴν θρησκείαν εἰς ἕναν κλάδον τῶν Φυσικῶν Ἐπιστημῶν. Δὲν μποροῦν νὰ ἐρμηνεύσουν πνευματικὰς, ὑπερβατικὰς ἐξάρσεις πέραν τῶν ὁρίων τῶν ὕλικῶν μας δυνατοτήτων. Δὲν μποροῦν νὰ ἐξηγήσουν ὅτι ἀνασφόρομεν ἀπὸ τὰ βαθιὰ ὑπόγεια τῆς ψυχῆς μας, ὅταν οἱ ἄνεμοι ψιθυρίζουν ἀνείπωτες ἀλήθειες.*

*Ἀφοῦ ἐφθάσαμεν εἰς ἀκριτικὰς περιοχάς, δὲν δυνάμεθα νὰ ἀποσιωπήσωμεν καὶ μίαν ἀκραιάαν περίπτωσιν τῶν ἀναπτυχθεισῶν ἀντιλήψεων.*

*Ὁ φιλόσοφος Karl Popper, ἐνάντιος τοῦ λογικοῦ θετικισμοῦ, λέγει: «Ἡ ἐπιστήμη δὲν εἶναι γ ν ὤ σ ι ς, δὲν εἶναι εἰς θεσιν οὔτε τὴν ἀλήθειαν, οὔτε τὴν πιθανότητα νὰ συλλάβῃ. Δὲν γ ν ω ρ ί ζ ο μ ε ν, μ α ν τ ε ὄ μ ε ν, καθοδηγούμενοι ἀπὸ μίαν μεταφυσικὴν πίστιν, ὅτι ὑ π ἄ ρ χ ο υ ν κανονικότητες τὰς ὁποίας δυνάμεθα νὰ ἀποκαλύψωμεν. Ἡ κατανόησις τοῦ σύμπαντος εἶναι τελικῶς δυνατὴ δι' ἄλλεπαλλήλων ἐνορατικῶν ἐξορμήσεων».*

*Κύριε Πρόεδρε,*

*Ἐφθασα εἰς τὸ τέλος τῆς ὀμιλίας μου. Ποῖον εἶναι τὸ γενικὸν συμπέρασμα αὐτῆς τῆς μεταθεωρητικῆς ἐπισκοπῆσεως;*

*Διγενώσθη ἡ ὑπαρξὶς περιορισμῶν, φραγμῶν, ὁρίων, ἅτινα ἔχουν τεθῆ εἰς τὴν γ ν ω σ τ ι κ ῆ ν ἐ π ε κ τ α τ ι κ ὴ τ η τ α τοῦ ἐρευνητοῦ. Εἴμεθα περιτρι-*

γυρισμένοι ἀπὸ ἀπαγορευτικὰς πινακίδας. Ἐπιτελεῖ αὐτὸ λόγον πρὸς ἀπογοή-  
τευσιν; Ὅχι βεβαίως! Αἱ ἦνται τὰς ὁποίας ὑπέστη ἡ ἔρευνα ὑπῆρξαν δημιουργικαί.  
Ἐχάσαμεν πολλὰς μάχας, ἀλλὰ ἐκερδίσαμεν τὸν πόλεμον, ἀποκτήσαντες ἕνα νέον  
τρόπον θεωρήσεως τῆς Φύσεως.

Ἡ σύγχρονος Φυσικὴ, παραιτηθεῖσα τῆς ἄλλοτε προσφιλοῦς παραστατικώ-  
τητος, ἀπέκτησε ἀντὶ τῆς στενότητος τοῦ παρελθόντος αἰῶνος, πνευματικὴν εὐ-  
ρύτητα μὲ φιλοσοφικὰς βλέψεις καὶ διαστάσεις.

Κατεδείχθη δι' ὠρισμένης κατηγορίας θεμελειωδῶν προβλημάτων, τὸ ἀδύ-  
νατον μιᾶς κατηγορηματικῆς ἀποφάνσεως, ὑπὲρ τῆς μιᾶς ἢ τῆς ἀντιθέτου λύσεως.  
Ἐμάθαμεν νὰ μὴν δυσανασχετῶμεν διὰ τὴν ἐμφάνισιν ἀντιφάσεων, ἀγαγνωρίζον-  
τες τὸ δικαίωμα ὑπάρξεως περισσοτέρων ἰσοτίμων ἀντιλήψεων. Ἐμάθαμεν  
ὅτι ἡ δευλογικὴ ὑπεροπρία ὁδηγεῖ εἰς ἀγόνους καταστάσεις. Ὅδηγοῦμεθα οὕτω  
εἰς μίαν ἀνεκτικὴν ξένων νοοτροπιῶν καὶ ξένων πολιτισμῶν.

Εἰς τὴν ριζικὴν αὐτὴν μεταστροφὴν τὸ θρησκευτικὸν δόγμα θέλει παίξει  
καὶ πάλιν βασικόν, πρωτεύοντα ρόλον. Εἶναι δυνατὸν νὰ συμβοῦν καὶ νὰ ὑπάρξουν  
γεγονότα τελείως ἐκφεύγοντα μιᾶς ἀνθρωπίνης προβλέψεως.

Αἱ διαγνώσεις αὐταὶ μᾶς ἐπιβάλλουν σεβασμὸν πρὸ τοῦ μὴ προσδιο-  
ρισίμου, τοῦ ἀδιερευνήτου, τοῦ ἀγνώστου. Περισώζοντες  
δὲ τὸ πολυσήμαντον καὶ αἰνιγματώδες τοῦ κόσμου, ἐπαφιέμεθα πλήρως  
εἰς τὴν πίστιν μας διὰ τὴν ὑπαρξιν μιᾶς θείας βουλή-  
σεως.